

THESIS

STOCKHOLM

Thesis
1955

ELEKTROMYOGRAFISKA STUDIER
AV DE YTTRE ÖGONMUSKLERNA
HOS MÄNNISKA

AV

ÅKE BJÖRK

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

Diss. med.
Stockholm. Karolinska Institutet

5 MAJ 1955

STOCKHOLM 1955



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153502_0027

FRÅN AVDELNINGEN FÖR KLINISK NEUROFYSIOLOGI
SERAFIMERLASARETTET, STOCKHOLM

ELEKTROMYOGRAFISKA STUDIER
AV DE YTTRE ÖGONMUSKLERNA
HOS MÄNNISKA

AV

ÅKE BJÖRK

STOCKHOLM 1955

THE HISTORY OF THE
NORWEGIAN PEOPLE
BY
J. A. MOEN

Denna redogörelse är grundad på följande sex publikationer:

- A. Björk, Å. Electrical activity of human extrinsic eye muscles. (1952) *Experimentia*, 8, 226.
- B. Björk, Å. och Kugelberg, E. Motor unit activity in the human extraocular muscles. (1953) *Electroenceph. clin. Neurophysiol.*, 5, 271.
- C. Björk, Å. och Kugelberg, E. The electrical activity of the muscles of the eye and eyelids in various positions and during movement. (1953) *Ibid.*, 5, 595.
- D. Björk, Å. Electromyographic study of conditions involving limited mobility of the eye, chiefly due to neurogenic pareses. (1954) *British Journal of Ophthalmology*, 38, 528.
- E. Björk, Å. Electromyographic studies on the coordination of antagonistic muscles in cases of abducens and facial palsy. (1954) *Ibid.*, 38, 605.
- F. Björk, Å. The electromyogram of the extraocular muscles in optokinetic nystagmus and in reading. (1955) *Acta Ophthalmologica*.

Vid hänvisning till dessa skrifter användas i det följande ovanstående kursiverade bokstäver.

Inledning.

Studiet av de yttre ögonmusklernas funktion med de hittills nyttjade kliniska metoderna grunda sig på registrering av rörelser och ställningar av ögonbulben vilka äro resultatet av samtliga musklers verksamhet. Ögats yttre muskler hos människa ha hittills ej varit föremål för elektromyografiska studier.

I föreliggande arbete visas att dessa muskler äro tillgängliga för elektromyografisk undersökning, varigenom det blivit möjligt att direkt studera aktiviteten av enskilda ögonmuskler och även enskilda motoriska enheter som bl. a. avspegla nervträdens och gangliecellens engagement i rörelsen.

Ett av ändamålen med föreliggande arbete har varit utarbetandet av en metod som möjliggör nämnda undersökning. Den utexperimenterade metoden har sedan använts för att belysa ögonmusklernas och ögonrörelsernas fysiologi under normala och sjukliga tillstånd varigenom uppfattningar som vunnits genom andra metoder på väsentliga punkter kunnat bekräftas och utvidgas. Metoden har också visat sig användbar i kliniskt rutinarbete.

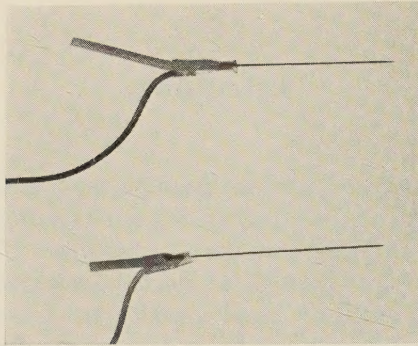


Fig. 1. Ett par av de vid föreliggande undersökning använda nålelektroderna. (Ungefär naturlig storlek.)

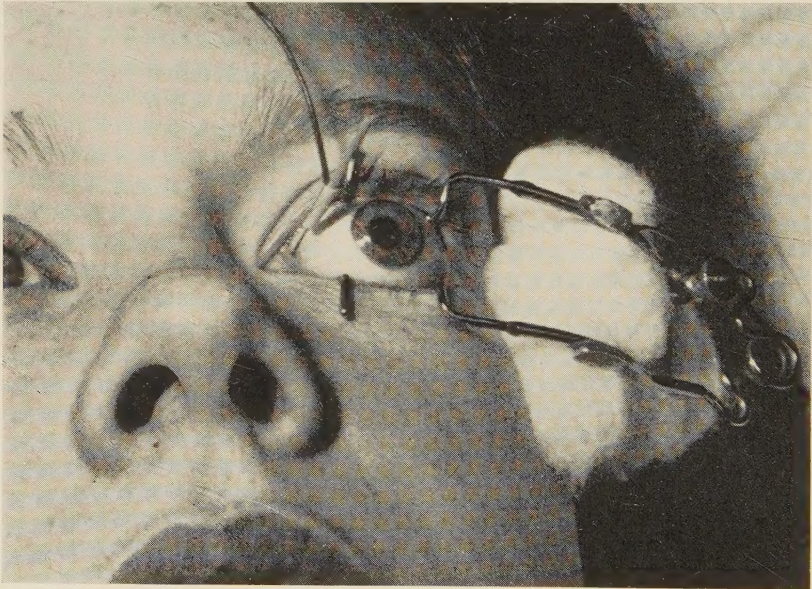


Fig. 2. Patient med nålelektrod i m. rectus internus.

Teknik och metod.

Teknik och metod för elektromyografisk undersökning av ögonmusklerna ha huvudsakligen behandlats i *B*. I de övriga skrifterna finnas endast korta redogörelser i vilka en del detaljer dock nämnts. Då det visat sig att det utarbetade förfarings-sättet även kunnat användas som en klinisk undersökningsmetod har det ansetts motiverat att en något fylligare redogörelse lämnas här och att även en del erfarenheter omnämnas som under arbetets gång vuxit fram.

Vid klinisk elektromyografi använder man i allmänhet en s. k. koncentrisk nål-elektrod, först angiven av Adrian och Bronk (1929). Den typ som utarbetats vid neurologiska kliniken på Serafimerlasarettet utgöres av en vanlig injektionsnål med en axiellt belägen platinatråd inpressad i en glaskapillär som isolerar den från ytterhöljet.

Trots stora tekniska svårigheter har det lyckats att konstruera sådana elektroder tillräckligt tunna för att kunna användas för ögonmuskelundersökningarna. Man utgick därvid från de tunnaste i handeln förekommande injektionsnålarna, s. k. subkutannålar, med en yttre diameter av 0,43 mm. Fullt godtagbara registreringar erhöles med dessa nålar varvid även enskilda potentialer kunde analyseras (*A*). Användandet av dessa nålar visade sig dock vara förenat med flera nackdelar.

En monopolär elektrodteknik utarbetades därför och blev i fortsättningen standardförfarandet. En av fördelarna var att nålarna kunde göras synnerligen tunna. Monopolära elektroder ha använts inom myografien av bl. a. Gilson och Mills (1941), Cuthbert och Denslow (1945), Jasper (1946). Petersén och Kugelberg (1949) ha jämfört olika elektrodtyper och funnit att såväl med koncentrisk nål som med en lackerad synål med en referenselektrod på huden i närheten fullt tillfredsställande resultat kunde erhållas. Dessa författare betona önskvärdheten av att använda standardelektroder när det gäller att jämföra resultaten med hänsyn till potentialernas duration, amplitud och antalet rekryterade potentialer inom upptagningsområdet. Vikten av detta påpekande har bestyrkts av senare undersökningar av bl. a. Landau (1951), Buchthal och Pinelli (1952) och Wohlfart, Feinstein och Fex (1954). Den i föreliggande arbete använda nålen har för jämförelses skull använts för registrering av potentialer från handens m. interosseus dors. I (*B*). Durationen beräknades för enskilda potentialer och resultatet ansluter sig nära till det som erhållits vid liknande undersökningar av denna muskel med koncentrisk elektrod (Petersén och Kugelberg, 1949; Feinstein, Lindegård, Nyman och Wohlfart, 1954). Det finnes därför ej anledning att antaga att den tunna monopolära elektrod som här använts skulle påtagligt förändra potentialernas duration. Dura-

tionerna föreföllo dessutom väl överensstämma med dem som i några fall uppmättes vid registrering med den ovannämnda tunna koncentriskålen.

Exempel på de nålelektroder som använts i föreliggande arbete ses i fig. 1. Vid förfärdigandet av desamma utgår man från tunna, böjliga nålar, vars diameter i allmänhet varit 0,23 mm. Nålarna ha lackerats så att de blivit isolerade över hela ytan utom i spetsen. Denna måste vara synnerligen vass och har därför slipats under mikroskopisk kontroll. Ett stycke distalt om mitten på nålen från spetsen räknat är sladden lödd vid nålen. Detta ställe och hela bakre delen av nålen är överklädd av plaströr och tjänar som handtag. Sladden består av koppartrådar omgivna av plasthölje. Före varje undersökningstillfälle avsynas nålarna i mikroskop för att kontrollera att spetsen ej är deformerad och att lackskiktet ej flagat av. Nålelektroderna ha kunnat steriliseras genom kokning.

Den indifferent elektroden har utgjorts av en nål i örsnibben eller i conjunktiva eller någon gång av en plattelektrod i pannan eller på näsryggen. Jordledningen har anslutits till blefarostaten, eller i de fall sådan ej använts till någon av de nu nämnda platserna.

Undersökningarna utföras under i stort sett samma sterilitetsförfarande som t. ex. en skelningsoperation. Endast ytanestesi har använts. I konjunktivalsäcken indroppas först ett par droppar Privin »Ciba» (1 ‰), därefter sol. tetracain. hydrochlor. (1 ‰) eller sol. cocain. hydrochlor. (4 ‰). Om så behövs ges indroppningar även några gånger under själva undersökningen. I de fall man vill undvika påverkan på pupillstorlek och accommodation skall kokain givetvis ej användas. Den kärksammandragande effekten av Privin och även kokain har betydelse för att minska risken för blödningar. Att Privin kan bidra till att förhöja effekten av ett lokalanestetikum har tidigare visats genom sensibilitets-mätningar på cornea (Björk, 1950).

För att hålla ögat öppet har blefarostat använts i de fall m. rectus internus eller externus undersökts. I övriga fall har ögonlocken hållits isär av en medhjälpare. Vid undersökning av m. levator palpebrae superioris har ögonlocket hållits dubbel- everterat över en Desmarres' hake. Blefarostaten hindrar nålarna från att förskjutas genom tryck av locken och är även av betydelse för att isolera från elektriska störningar från omgivningen, huvudsakligen från m. orbicularis oculi. Många gånger har under försökets gång blefarostaten eller haken kunnat utan olägenhet borttagas. Vid mycket stark benägenhet för knipning kan givetvis akinesi enligt Van Lint-Rochat nyttjas, men har ej varit aktuellt i samband med föreliggande undersökning. Medhjälparen måste under hela undersökningen hålla ögat under uppsikt och bl. a. se till att cornea hålles fuktig.

Nålen föres in genom conjunktiva i allmänhet långt bak. Man följer senans riktning och går igenom de sega vävnaderna kring denna för att slutligen om möjligt placera nålspetsen ett stycke in i själva muskelbuken. Det manuelle förfarandet underlättas och ledes genom iakttagelser på oscillografskärmen. Att ögonmusklerna ha en kraftig aktivitet i de flesta lägen av bulben är därvid till god hjälp. Det gäller att få nålen att intaga ett sådant läge att en fullgod registrering av potentialerna kan erhållas och att samtidigt nålen ligger så stabilt att den ej förskjutes vid ögo-

nens rörelser. I fig. 2 visas hur nålen är placerad på en patient färdig för undersökning.

Partiell friläggning av muskler ökar möjligheterna till exakt elektrodplacering och kan ibland vara nödvändig vid svårtillgängliga muskler. I anslutning till operationer på musklerna synes ett sådant förfarande ofta motiverat men har ej utnyttjats i föreliggande arbete.

När det gäller kliniska frågeställningar måste man ofta undersöka muskeln i olika lägen av nålen så att en så stor del som möjligt av muskeln blir undersökt, detta är särskilt viktigt vid perifera pareser då man ifrågasatt om de äro totala eller man vill veta om en denervation föreligger samt vidare vid myopatier.

Bedömandet av undersökningsresultatet måste till stor del ske enbart med hjälp av vad undersökaren ser på skärmen eventuellt dessutom hör i en högtalare. Fotografisk upptagning förbehålles som regel vissa detaljer som behöva särskilt noga granskas.

På grund av de topografiska förhållandena i orbita erbjuda de enskilda ögon-muskelnas ganska olika försöksbetingelser, vilka dessutom variera från fall till fall. (Uppgifterna angående musklernas anatomi har till största delen hämtats från Fink, 1950, 1951.) De i föreliggande arbete undersökta musklerna äro de fyra raka och den undre sneda samt övre ögonlockets lyftare. Dessutom ha registreringar gjorts från m. orbicularis oculi. De horisontala rectusmusklerna ha visat sig vara relativt lätt tillgängliga för elektroderna särskilt m. rectus internus. Detta givetvis på grund av att den fäster närmare limbus än någon av de andra musklerna samt har den kortaste senan och en tjock muskelbuk. M. rectus externus är svårare att undersöka fastän bulben är bäst tillgänglig från temporalsidan. Muskelns buk ligger mycket långt bak, 15,7 mm från limbus, och är tunnare än internusbuken. Ögonspringans laterala vinkel är dessutom mera hindrande för det utskjutande nälhandtaget vid ögonrörelser än den mediala vinkeln. M. rectus superior är ofta svårundersökt och anatomiska variationer spela stor roll. Djupt liggande bulber kunna vålla oöverstigliga hinder liksom en del variationer i övre ögonlockets förhållande. Utrymmet i trakten av övre fornix är ibland för litet för att tillåta nödvändiga manipulationer. Speciellt konstruerade lockhållare ha ibland varit till nytta. Dubbelevertering av locket lämpar sig i allmänhet ej vid undersökning av m. rectus superior. Vid undersökning av m. levator palpebrae är detta normalmetod. Genom att gå in i trakten av övre fornix i riktning uppåt bakåt har man goda möjligheter att nå levatorns muskel-del. Liksom beträffande m. rectus superior spelar individuella variationer stor roll. Det förefaller som om muskeln skulle vara mycket olika utvecklad i olika fall vad gäller aponeurosens längd och muskelplattans tjocklek. Teoretiskt borde denna muskel kunna nås genom instick utifrån genom ögonlockets övre del. Några sådana försök ha visat att detta är synnerligen vanskligt.

I nedre fornix kan motståndet för nålen vara betydande och ett lätt obehag för patienten kan vara ofrånkomligt. Vävnaderna särskilt det s. k. Lockwoods ligament erbjuda ett segt motstånd. M. rectus inferior kan vara svår att nå ty nålen letar sig hellre in i m. obliquus inferior som är tillgänglig vid grunda instick från stora delar

av nedre fornix. Genom att muskeln praktiskt taget saknar sena kan den undersökas nästan ända fram till fästet på bulbens bakre laterala del.

M. orbicularis oculi skall här i korthet beröras. Den är givetvis tillgänglig för undersökning på helt annat sätt än ögonmusklerna och har också till skillnad från dessa tidigare varit föremål för elektromyografiska studier. I föreliggande arbete har den huvudsakligen intresserat i samband med blinkningen varvid samtidigt registrerats från m. levator palpebrae eller eventuellt någon annan muskel. Härvid har använts speciellt för detta ändamål gjorda synnerligen tunna nålar, vilka införts under huden i övre eller nedre locket nära kanten. Enligt Gordon (1951) är antalet vid blinkningen rekryterade aktionspotentialer mycket stort i denna del av muskeln.

När man registrerar potentialer från ögonmusklerna kan den frågan uppstå i vilken muskel nålspetsen befinner sig. Oftast gäller det att avgöra om det är m. levator palpebrae eller m. rectus superior. Detta kan avgöras genom att försökspersonen blinkar varvid det i levatorn uppträder totala hämningar under det att m. rectus superior visar episoder av förhöjd aktivitet (*C, B, E*). I avsikt att undersöka levatorn händer det att man kommer i kontakt med m. orbicularis oculi (*B*). De något större och ibland polycykliska potentialerna samt den betydande ökningen av aktiviteten vid knipning visar då att det ej kan vara levatorn.

För att avgöra om man registrerar från m. obliquus inferior eller m. rectus inferior undersöker man aktiviteten då blicken höjes eller sänkes. Vid höjning ökar aktiviteten i m. obliquus och minskar i m. rectus och vid sänkning tvärtom.

Vid undersökning av m. rectus externus händer ibland att man kommer in i m. obliquus inferior nära dess fäste på bulben. Detta gäller särskilt vid fall med misstanke på en total abducensparet då man avser att mycket noggrant genomsöka m. rectus externus för att kunna påvisa någon aktivitet. Ögats felställning gör då att man lättare når bulbens bakre delar. Även i dessa fall avgöres lättast vilken muskel det är fråga om genom att pröva rörelser inom respektive musklers verksamhetsområde.

Några komplikationer av betydelse ha ej förekommit i anslutning till undersökningarna vilka omfattat flera hundra patienter. I ett par fall ha obetydliga kornealerosioner uppstått. Subkonjunktivala hämatom ha i några fall ej kunnat undvikas och ha ej givit anledning till något obehag för patienten om ej möjligen av övergående kosmetisk art.

Undersökningarna ha utförts med patienten i liggande eller halvsittande ställning. I de fall huvudrörelser ej varit önskvärda har en medhjälpare fasthållit huvudet. Vid en del undersökningar har använts ett för ändamålet särskilt konstruerat huvudstöd. Patienterna bruka självmant hålla huvudet mycket stilla när elektroderna äro på sina platser. Rummet har haft en mycket dämpad belysning för att möjliggöra fotografering. En del speciella försöksanordningar ha förekommit och omnämnas i respektive skrifter.

För att kunna undersöka i olika vinkelställningar av ögat har i stor utsträckning använts en i taket placerad perimeterbåge med 2 meters radie. Olika fixationspunkter ha angivits på bågen med hjälp av en liten strålkastare. Givetvis måste alltid kontrolleras att patienten verkligen fixerar den givna punkten.

De genom elektroderna avledda potentialerna ha förstärkts och registrerats på sätt som närmare beskrives i *B*. En tvåstrålig oscillograf har använts vars ena stråle ibland utnyttjats för tidsmarkering. Skärmen har fotograferats på en löpande pappersfilm.

Registrering av elektrooculogrammet. Denna metod är av tämligen sent datum. Riktlinjerna för densamma utarbetades först av Schott (1922) och Meyers (1929). Ehuru ögats s. k. vilopotential tidigare var känd tilldrog den sig ej till en början tillbörligt intresse i detta sammanhang och man ansåg att det var aktionspotentialer från ögonmusklerna man registrerade. Mowrer, Ruch och Miller (1936) angav den rätta teoretiska bakgrunden för metoden i det de förklarade att »a persistent potential difference exists between the back and the front of the eye and that the galvanometric effects associated with eye movements are due to change in the pattern of the electrical field which this potential difference imposes upon the neighboring anatomical structures». Genom att avleda från elektroder i ögats omgivning kan man mäta denna potentialdifferens som visat sig stå i relation till storleken av ögats rörelse.

Metoden har stora fördelar. Den inkräktar föga på de fysiologiska förhållandena, är lätt att handhava och kan användas under de mest skiftande försöksbetingelser t. ex. i mörker eller vid slutna ögonlock. Metodens känslighet är dock ganska begränsad.

I föreliggande arbete har metoden använts för att kunna jämföra elektromyogrammet med de olika faserna i ögats rörelser framförallt vid snabba rörelser mellan två fixationspunkter samt vid nystagmus och vid läsning (*F*). Elektromyogrammet och elektrooculogrammet ha därvid registrerats samtidigt på var sin stråle på oscillografen. En fördel har varit att apparatur av samma slag kunnat användas som vid registrering av elektromyogrammet. Förstärkarens tidskonstant har dock varit betydligt längre, omkring 0,5 sek. mot omkring $1/25$ sek. för elektromyogrammet. Elektrodernas utseende, placering o. s. v. följer i stort en beskrivning av Hoffman, Wellman och Carnichael (1939). Metoden har visat sig ge nöjaktiga resultat i de sammanhang den här använts.

Aktionspotentialernas duration och form.

De från skelettmusklerna avledda aktionspotentialerna ha olika duration, form och amplitud även inom samma muskel. Buchthal och Clemmesen (1941) uppge durationen hos enskilda aktionspotentialer avledda med koncentrisk nål från normala muskler vara omkring 7 till 14 msek. Flera andra författare ange liknande eller något lägre värden. Kugelberg (1947) uppger att större delen av potentialerna ligga mellan 4 och 10 msek. Mera exakta uppgifter om potentialerna i de enskilda musklerna ha blivit alltmer påkallade i och med den kliniska myografiens utveckling, kanske framförallt genom tillkomsten av den elektromyografiska myopatiagnostiken (Kugelberg, 1947, 1949). Petersén och Kugelberg (1949) ha gjort en statistisk analys av durationen och formen hos aktionspotentialerna i m. inteross.

dors. I, m. biceps brachii och i ansiktsmuskulaturen varvid de funno durationen i medeltal vara för respektive muskler 7,68, 7,56 och 2,28 msek. Liknande undersökningar ha gjorts av Buchthal och Pinelli (1952) och av Feinstein, Lindegård, Nyman och Wohlfart (1954). En fysiologisk förlängning av potentialernas duration med stigande ålder har påvisats av Petersén och Kugelberg (1949).

Aktionspotentialernas form är mycket varierande, vanliga äro bi- eller trifasiska vågor men även monofasiska och mångfasiska förekomma. Potentialerna kunna vara lätt uppsplittrade. Förekommer denna splittring på ett eller flera ställen så starkt utpräglad att den går över baslinjen uppkommer en s. k. polycyklisk potential, vilken kan bli synnerligen komplicerad. Denna typ förekommer oftare i facialis-muskulaturen än i extremitetsmusklerna (Wedell och medarbetare, 1944; Jasper, 1946; Petersén och Kugelberg, 1949).

Elektrodtypen kan som förut nämnts inverka på potentialernas duration, form och amplitud. Det må här nämnas att en monopolär nålelektrod i jämförelse med den koncentrisk elektroden ej anses förkorta potentialernas duration utan snarare tvärtom. Amplituden blir som regel större med den monopolära elektroden.

I föreliggande arbete över ögonmusklerna ha med den utarbetade standardmetodiken undersökningar gjorts över aktionspotentialernas duration och form samt även över amplituden (*B*). Potentialerna ha visat sig vara små, deras duration i rectusmusklerna är i medeltal 1,60 msek. På grund av materialets ringa omfattning ha beräkningar ej gjorts för de enskilda musklerna. Materialet härstammar till största delen från m. rectus internus och externus. Något större förefaller aktionspotentialernas duration vara i m. levator palpebrae med ett medeltal av 1,77 msek. Även amplituden är liten. Formen är okomplicerad och polycykliska potentialer sällsynta. Ögonmusklerna uppvisa de minsta och enklast byggda aktionspotentialer som hittills registrerats från motoriska enheter i tvärstrimmig muskulatur hos människa.

Det ligger nära till hands att av potentialernas litenhet draga den slutsatsen att de motoriska enheterna i ögonmusklerna äro mycket små. Man måste dock räkna med att storleken av aktionspotentialerna påverkas av ett flertal faktorer och att ej blott muskelfibrernas antal utan även andra drag i den anatomiska byggnaden är av betydelse. Av intresse i detta sammanhang är att vid myopatierna aktionspotentialerna bli tunna (Kugelberg, 1947, 1949) vilket tillskrivits minskningen av antalet muskeltrådar inom enheten. Potentialernas enkla form och sällsyntheten av polycykliska potentialer talar för en större enhetlighet i den anatomiska byggnaden hos ögonmuskler än hos de flesta andra muskler men kan även sammanhänga med enhetens ringa storlek. Ju färre smådelar ju mindre möjligheter till variation. Antagandet att ögonmusklernas motoriska enheter äro små överensstämmer väl med vad som kan väntas när det gäller muskler på vilka ställas så höga krav på exakt dosering av kontraktionen.

Histologiska undersökningar ha visat att ögonmusklerna försörjas av ett exceptionellt stort antal nervtrådar. Enligt beräkningar av Bors (1925) är hos människa antalet muskelfibrer per nervtråd 5 à 6 i muscoli recti, omkring 12 i m. levator palpebrae och omkring 50 i m. semitendinosus. Dessa siffror ange dock ej den motoriska enhetens storlek då t. ex. en stor del av nervtrådarna äro afferenta.

Feinstein, Lindegård, Nyman och Wohlfart (1955) ha beräknat den motoriska enhetens ungefärliga storlek med utgångspunkt från antalet grova efferenta nervtrådar och ange för *m. rectus externus* 9 muskeltrådar per enhet. Detta antal är betydligt mindre än vad de ange för andra muskler. Så t. ex. hade *m. platysma* 25 muskeltrådar per enhet, *m. interosseus dors.* I 340 och *m. gastrocnemius* nära 2 000. Det på de elektromyografiska undersökningarna grundade antagandet att ögonmusklernas motoriska enheter äro synnerligen små stödes således av de nu nämnda histologiska arbetena.

Aktionspotentialernas rekrytering och frekvens.

En extremitetsmuskel kan under normala förhållanden helt avslappas varvid ingen elektrisk aktivitet kan registreras från muskeln. I och med att en viljekontraktion börjar uppträder en aktionspotential som kommer igen med tämligen regelbunden frekvens och så småningom rekryteras en ny enhet, vilken till en början har en låg frekvens men sedan ökar. Därpå tillkommer allt flera potentialer och dessa bli med ökande kontraktionsansträngning så många och interferera med varandra att det som regel blir omöjligt att längre följa enskilda potentialer. Frekvensen är i allmänhet 5—10 per sek. vid svag kontraktion. Vid kraftig kontraktion uppnås maximivärden på omkring 50 per sek. i normala muskler och 80 à 90 per sek. i paretiska.

Rekryteringen av potentialerna har i detalj kunnat följas i de ögonmuskler som varit föremål för undersökning (*B, C*). Liksom beträffande andra muskler gäller detta som regel endast de först rekryterade potentialerna. Ett utmärkande drag för ögonmusklerna är de höga frekvenser de enskilda potentialerna uppnå, vilka både vid svag och kraftig kontraktion äro betydligt högre än för andra muskler. Sålunda ses ofta frekvenser på 50—100 per sek. I de fall beräkningar kunde göras vid någorlunda kraftig kontraktion har frekvenser iakttagits på ända upp till 150. I paretiska muskler kan frekvensen uppgå till omkring 200 (*B, D*). Dessa höga frekvenser överensstämmer med vad som setts vid reflexkontraktioner i ögonmusklerna hos katt (Reid, 1949).

Möjligheten att kunna uppnå höga frekvenser måste liksom potentialernas litenhet vara ett uttryck för den höga precision som utmärker dessa musklers arbetsätt. Kraften kan således fint doseras ej bara genom att enheterna äro små utan också genom att var och en av dem har en ovanligt stor möjlighet att variera sin verkan, eftersom de ha en så stor skala att spela på.

Elektromyogrammet vid fixation i olika riktningar.

När man undersöker aktiviteten i olika blickriktningar frapperas man av att även mycket små förändringar av blickriktningen kunna betydligt förändra den myografiska bilden (*B, C*). Detta visar att ögonmusklerna arbeta med ett stort antal enheter, var och en representerande en mycket liten kraft. Även vid stadig fixation ses på elektromyogrammet ständigt återkommande mycket korta episoder

av ökad eller hämmad aktivitet. Sådana finnes att se på flera av de publicerade kurvorna. Åtminstone en del av dem torde vara att hänföra till de små rörelser ögat alltid utför under fixation. Någon närmare analys av dem har ej gjorts i detta arbete. Dessa fixationsrörelser ha varit föremål för stort intresse särskilt med hänsyn till deras roll i seendets mekanism (se Ditchburn och Ginsborg, 1953; Ginsborg, 1953).

När ögat är riktat rakt fram uppvisa samtliga muskler en kraftig aktivitet i det att rikligt med potentialer äro rekryterade (*C*). När ögat fixerar en serie punkter i horisontalplanet i tur och ordning från maximalt utåt till maximalt inåt kan man från *m. rectus internus* registrera en aktivitet som ökar för varje nytt läge. Motsvarande förhållande har visats även för *m. rectus externus*. I de lägen där kontraktionen av muskeln är mycket kraftig, t. ex. då ögat är riktat starkt inåt när det gäller *m. rectus internus*, är aktiviteten så betydande att potentialerna ofta sammanflyta på filmen till ett enda brett band. Graderingen av aktiviteten i dessa lägen kan därför vara vanskelig. Liknande aktivitetsförhållanden ha även påvisats i de i vertikalplanet verkande musklerna när ögat fixerar en serie punkter i detta plan. Registreringen av aktiviteten då ögat intar extrema lägen inåt eller utåt visar att ej ens i det mest avslappade läge, som därvid kan åstadkommas, aktiviteten ofta ej helt upphör i muskeln utan en eller annan potential kvarstår och kan ej förmås att försvinna. Denna för ögonmusklerna karakteristiska, kraftiga aktivitet är ej bunden till fixationen ty den har kunnat påvisas även då ögonen förtäckts eller det varit helt mörkt i undersökningsrummet.

Tidigare har nämnts att extremitetsmusklerna kunna helt avslappas så att ingen elektrisk aktivitet kan påvisas. Detta är möjligt i ett stort antal lägen av ifrågavarande extremitet. Motsvarighet härtill saknas helt hos de muskler som röra ögonbulben och som av allt att döma äro intensivt verksamma hela den tid individen är vaken.

Elektromyogrammet vid långsamma ögonrörelser.

Under det försökspersonen fixerat en ljuspunkt som sakta rört sig i taket i riktning från höger till vänster eller tvärtom har registrering gjorts från *m. rectus internus* eller *externus* eller från båda samtidigt (*C*). En i stort sett kontinuerligt stigande aktivitet i agonisten motsvaras av en i samma mån avtagande aktivitet i antagonisten. När mittpunkten passeras är aktiviteten betydande i båda musklerna. Under vertikalrörelser har registrering gjorts från *m. rectus superior*, *m. rectus inferior* och *m. obliquus inferior*. Den myografiska bilden har i dessa fall i huvudsak överensstämt med vad som setts vid registrering från de horisontala rectusmusklerna vid horisontella rörelser. Den stigande eller fallande aktiviteten under rörelserna har visat sig vara ej helt jämn och oavbruten. Kurvorna visa små episoder av stegrad eller hämmad aktivitet. En del av dessa är säkerligen korrektionsrörelser som ögat utför efter att ha råkat släppa den exakta fixationen, en annan del torde utgöras av de tidigare nämnda små fixationsrörelserna.

Den elektromyografiska undersökningen har således visat att ögat genom sina muskler är kraftigt stadgat såväl i olika lägen som under rörelser. Den väldoserade,

kontinuerliga ändringen av aktiviteten även i antagonisten måste under rörelsen effektivt bidra till att stabiliteten förenas med en utomordentlig precision. Denna mekanism torde sakna motstycke inom människans rörelseapparat. Möjligheten av en ständig s. k. tonus i ögonmusklerna har sedan långt tillbaka intresserat fysiologerna. Bevisen för dess existens ha dock varit bristfälliga. Det må här erinras om Herings lika enkla som geniala försök att med stetoskop avlyssna muskelbruset över bulben. I övrigt har denna fråga hittills belysts huvudsakligen djurexperimentellt.

Elektromyogrammet vid hastiga ögonrörelser.

Den rörelse ögonen utföra när man viljemässigt flyttar blicken snabbt från en punkt till en annan inom synfältet kan sägas utgöra en standardrörelse vid studiet av ögonens motorik. Denna rörelse har registrerats med ett flertal olika metoder. Den s. k. kornealreflexionsmetoden, först angiven av Dodge och Cline (1901), har använts av Dodge (1903) m. fl. Metoden har modifierats och förbättrats av senare forskare som kunnat visa synnerligen vackra registreringar (t. ex. Westheimer, 1954). Den hastiga rörelsens kurva är under nästan hela sitt förlopp en nära nog rät linje. Av kurvan kan utläsas att hastigheten är stor och accelerationen snabb. Ryckartade, snabba ögonrörelser för vilka den nu nämnda är ett typexempel benämns sedan gammalt »saccadic movements». Sådana rörelser ha påvisats vid läsning och i flera andra sammanhang.

I föreliggande arbete har elektrooculogrammet använts för registrering av ögonrörelserna (F). Åtminstone vid rörelser av stor amplitud fås kurvor som väl överensstämmer med dem som under samma betingelser av andra författare gjorts med kornealreflexionsmetoden. Genom att elektrooculogrammet registrerats samtidigt med elektromyogrammet har man haft möjlighet att bedöma den elektromyografiska bilden under olika faser av rörelsen. Registreringar ha utförts vid hastiga horisontala eller vertikala rörelser av olika storlek när blicken flyttas från en fixationspunkt till en annan (C , F). Det elektromyografiska mönstret är annorlunda än vid de långsamma följdrörelserna. Motsvarande rörelsen ses en hastigt insättande episod av starkt ökad aktivitet i agonisten samtidigt med en som regel total hämning av aktiviteten i antagonisten. Denna bild har setts vid registrering såväl från de horisontala ögonmusklerna vid horisontala rörelser som från de i vertikal riktning verkande musklerna vid rörelser i detta plan. Den har även setts vid hastiga rörelser utan fixation såsom i mörker. Detta karakteristiska mönster är mycket vanligt förekommande i ögonens motorik. Det ses gång på gång på oscillografskärmen när försökspersonen lämnas i fred och får röra ögonen efter behag. Det har även påvisats vid läsning och nystagmus och skall i detta sammanhang ytterligare beröras.

Den elektromyografiska bilden återspeglar en mekanism inriktad på stor snabbhet. Både den hastiga rekryteringen av rikligt med aktionspotentialer i agonisten och den totala inaktiveringen av antagonisten måste tydas i denna riktning.

Elektromyogrammet från m. levator palpebrae.

I det läge övre ögonlocket intager när ögonen äro riktade rakt fram, är aktiviteten i m. levator palpebrae betydande (*B*, *C*). Redan en mycket lätt höjning av blicken och således även av ögonlocket orsakar en tydlig ökning av aktiviteten, som vid fortsatt höjning så småningom blir så kraftig att det blir svårt att bedöma om den ytterligare tilltager. Vid sänkning av blicken avtager aktiviteten, för att vid blick långt nedåt slutligen utsläckas. Detta dock ofta först vid kraftig ansträngning att se maximalt nedåt. När ögonen följa ett föremål som rör sig i riktning uppifrån och nedåt eller omvänt ses vackert hur aktiviteten i ena riktningen kontinuerligt avtager och i andra tilltager ungefär som om man hade registrerat från m. rectus superior. Under dessa rörelser registreras samtidigt från m. orbicularis oculi endast en obetydlig aktivitet eller ingen alls.

En abrupt total hämning av aktiviteten i m. levator inträder under första delen av en blinkning (*C*). Efter hämningen visar aktiviteten ofta en initial ökning. M. orbicularis oculi avfyra en kraftig salva av aktionspotentialer under i stort sett samma tid som m. levator är inaktiverad.

Kontraktionen av m. orbicularis sker således under en period av total inaktivering av m. levator. Den totala antagonishämningen som utmärker blinkningen och även de snabba rörelserna av ögonbulben tycks vara en förutsättning för att rörelsen skall ske med största möjliga snabbhet. Den totala inhibitionen av m. levator vid blinkning har iakttagits av Gordon (1950), som registrerade den elektriska aktiviteten i en frilagd m. levator palpebrae på apa i lätt narkos.

Övre ögonlockets rörelser vid blinkning måste vara snabba för att ej inkräkta på ögats visuella funktion. Sänkningen av locket är den hastigaste fasen i blinkningsförloppet och är vid spontan blinkning omkring fyra gånger så snabb som höjningen (Ploman, Engel och Knutsson, 1928).

Elektromyogrammet vid optikokinetisk nystagmus.

Nystagmus i dess skiftande former är en viktig indikator på olika fysiologiska och patologiska processer inom centrala nervsystemet. Studiet av nystagmus intar därför en framskjuten plats inom forskningen, något som belysts särskilt av Robert Bárány och hans lärjungars klassiska arbeten.

Nystagmus har sedan länge registrerats med ett flertal metoder som mer eller mindre exakt återge ögonbulbernas rörelser. Rörelsemönstret för olika typer av nystagmus är därför noggrant analyserat. Ögonmusklernas arbetssätt vid nystagmusrörelser har studerats djurexperimentellt varvid även elektromyogram avletts. Våra kunskaper om ögonmusklernas elektrofysiologi ha hittills huvudsakligen grundats på sådana experiment. Att av dessa undersökningar på djur under speciella försöksbetingelser draga slutsatser om förhållandena hos människa är givetvis vanskligt.

Föreliggande undersökning på människa av nystagmusrörelser (*F*) har huvudsakligen gällt optikokinetisk nystagmus, som framkallats genom att försökspersonen fått betrakta en roterande trumma med breda, svarta linjer på vit botten.

I de flesta fallen ha rörelserna upptecknats genom elektrooculogram som registrerats samtidigt med elektromyogrammet. Mycket karakteristiska elektromyogram fås, utmärkta av att under den långsamma fasen aktiviteten långsamt stiger i den muskel som genom sin kontraktion verkar i samma riktning som rörelsen, medan det samtidigt sker ett motsvarande avtagande av aktiviteten i antagonisten. Den hastiga fasen utmärkes av en episod av synnerligen kraftig aktivitet i den muskel som då kontraheras och en samtidig som regel total hämning av aktiviteten i antagonisten. Nämnade elektromyografiska mönster har registrerats såväl från de horisontala ögonmusklerna vid horisontal nystagmus som från de i vertikal riktning verkande musklerna vid vertikal nystagmus. Från m. levator palpebrae har erhållits elektromyogram som visa att med stor sannolikhet även denna muskel aktivt deltar vid vertikal nystagmus, i det den innerveras samtidigt med bulbens höjare och sänkare. Den elektromyografiska bilden under den snabba fasen motsvarar således den som ovan beskrivits vid hastiga ögonrörelser mellan två fixationspunkter, under det den långsamma fasens bild närmast överensstämmer med den som ses när blicken följer ett rörligt objekt.

Även andra former av nystagmus kunna givetvis registreras. Som exempel har beskrivits ett fall av kongenital nystagmus, som både i rörelsemönstret och elektromyogrammet visar avvikelser från vad som setts vid optikokinetisk nystagmus. I samband med diskussionen angående reciprok innervation härnedan kommer den elektromyografiska bilden vid nystagmus ytterligare att beröras.

De elektromyografiska kurvorna från människa visa i sina grunddrag god överensstämmelse med dem som registrerats av Pulfrich (1952) vid experiment på kanin under vestibulär retning. Den i föreliggande arbete på människa använda metoden har visat sig med fördel kunna användas vid nystagmus, om också elektrodernas skakningar genom de hastiga rörelserna ibland kunna orsaka tekniska svårigheter. Elektromyografisk nystagmusregistrering kompletterar övriga helt på bulbens rörelser grundade metoder och torde kunna utföras samtidigt med de flesta av dessa. Elektromyografien kan därvid ge upplysningar som ej kunna fås med enbart rörelseregistrering eftersom den mera direkt registrerar skeendet i den nervösa apparaten.

Elektromyogrammet vid läsning.

När man läser rör man ej blicken i jämna långsamma svep utefter raderna utan ögonen flyttar sig genom korta ryck. Mellan dem infalla de s. k. fixationspauserna under vilka blicken hålles jämförelsevis still och det är under dessa som perceptionen sker. Ögonrörelserna vid läsning ha först studerats av Javal och senare mera detaljerat av Erdmann och Dodge (1898). Senare år har registrering av läsningsrörelser i hög grad intresserat även pedagoger och undersökningar ha gjorts angående de ryckiga rörelsernas antal, pausernas längd mm under skiftande betingelser med

hänsyn till textens art och försökspersonernas kvalifikationer i olika avseenden. Registreringen har i allmänhet gjorts med kornealreflexionsmetoden. Elektrooculogramregistrering har även använts.

I föreliggande undersökning har elektromyografisk registrering gjorts vid läsning rörelser (*F*), huvudsakligen för att visa denna metods möjligheter vid mera komplicerade rörelsemönster. Samtidigt har elektrooculogrammet registrerats. Det har visats att de små ryckiga rörelsernas elektromyografiska mönster överensstämmer med det som beskrivits vid hastiga rörelser mellan två fixationspunkter. d. v. s. en episod av kraftig aktivitet i agonisten och en i allmänhet total hämning av aktiviteten i antagonisten. Detta mönster ses också motsvarande rörelserna vid radbyte. Aktiviteten under fixationspauserna är i allmänhet betydande i både m. rectus internus och m. rectus externus och ökar i allmänhet för varje ny fixationspaus i de muskler som röra ögonen åt höger, d. v. s. i läsningens riktning, och avtager på samma sätt i dessas antagonister.

Undersökningen har visat att de olika rörelsefaserna vid läsning på ett markant sätt återspeglas i elektromyogrammet. Undersökning av läsning under olika föröksbetingelser såsom de ovan nämnda samt med registrering från båda ögonen torde kunna ge ytterligare bidrag till kännedomen om läsningens fysiologi. Även andra komplicerade rörelsemönster kunna med fördel elektromyografiskt analyseras, som exempel har omnämnts att registrering gjorts då försökspersonen sökt långsamt röra blicken från vänster till höger utefter en rät linje. Elektromyogrammen i dessa fall ha visat stor likhet med dem som registrerats vid läsning.

Elektromyogrammet vid fall med ögonmuskelpares och vid fall med inskränkt rörlighet av ögonbulben av annan orsak.

Elektromyografien har visat sig vara ett utomordentligt hjälpmedel vid analys av lesioner av det perifera motoriska neuronet. Det viktigaste tecknet är därvid en reduktion av antalet mobiliserbara aktionspotentialer vid voluntär kontraktion, mer eller mindre i proportion till den nedsatta muskelkraften. Förändring av potentialernas form och storlek förekommer även och kan ha stor klinisk betydelse. Sådana förändringar ses bl. a. vid kroniskt neurogena lesioner och vid regeneration. Om nervtrådar degenerera uppträda s. k. fibrillationer. Dessa komma först 2 à 3 veckor efter paresens inträdande. De utgöres av små tunna potentialer som uppträda spontant eller vid mekanisk retning och äro oberoende av den voluntära aktiviteten. De angiva att en denervation föreligger med allt vad detta innebär för prognosen och äro därför ett viktigt tecken.

I föreliggande arbete har redovisats resultaten av en elektromyografisk undersökning av ögonmusklerna i fall av oculomotoriuspares eller abducenspares av växlande svårighetsgrad (*D*). De flesta fallen ha undersökts två eller flera gånger under sjukdomens förlopp. En mer eller mindre stark reduktion av antalet aktionspotentialer har iakttagits ända till total avsaknad av aktivitet. Detta gäller de mera höggradiga fallen. I de kliniskt måttliga och lätta fallen kan en reduktion vara vansklig eller omöjlig att påvisa. Orsaken härtill torde vara att ögonmusklerna

förfoga över ett så stort antal motoriska enheter att ett bortfall av en mindre del undgår upptäckt. I en del fall då den kliniska bilden givit anledning att förmoda en total pares har det varit möjligt att visa att aktionspotentialer kunnat volontärt rekryteras och att således en partiell pares förelegat. Genom att med upprepade elektromyografiska undersökningar följa sjukdomens förlopp kan i de mera höggradiga fallen mycket små växlingar i paresens grad upptäckas.

Att av ögonbulbens ställning och rörelser sluta sig till förflamningens grad i de olika musklerna är vanskligt. Detta gäller även en så karakteristisk klinisk bild som den som beskrives såsom utmärkande för en total oculomotoriuspares (Biel-schowsky, 1936; Cogan, 1948 m. fl.). Givetvis är problemet enklare i fall med abducenspares då ju endast en muskel är paretisk. Likväl är även i dessa fall bulbens ställning ej enbart beroende på paresens grad utan ett flertal faktorer spela in. Det må här erinras om att även i de ej paretiska musklerna, som följd av paresen, förändringar inträda särskilt i fall som stått länge. Härav följer att den kliniska bilden kan ändras utan att den elektriska aktiviteten i de paretiska musklerna behöver ändras. Det motsatta förhållandet har kunnat konstateras i några fall med höggradig pares i vilka således aktiviteten ändrats utan att den kliniska bilden påverkats. Med stöd av nyssnämnda resonemang måste även denna möjlighet finnas. En viktig faktor i dessa fall torde dock vara att elektromyografien är en mycket känslig undersökningsmetod och att tillkomsten eller bortfallet av en eller annan aktionspotential betyder så litet för ögats ställning och rörelser då ju de motoriska enheterna äro små och svaga. Betydelsen av denna faktor är särskilt lätt att förstå i fallen med ptos som följd av en pares av m. levator palpebrae. För att kunna lyfta ögonlocket så mycket att ögonspringan nätt och jämt öppnas måste säkerligen ett flertal motoriska enheter vara verksamma. Kliniska bilden kan därför vara densamma vare sig paresen är partiell med aktivitet av några få enheter eller den är total. Även andra omständigheter försvåra det kliniska bedömandet av levatorns förmåga att lyfta locket t. ex. att pannmuskulaturen kan deltaga i lyftningen och att många gånger blödningar och ödem utgör en extra tyngd och ett hinder för rörelsen.

Förändringar av potentialernas form och storlek ha i några fall iakttagits, så t. ex. sågs i tre fall ett flertal polycykliska potentialer. Fibrillationer förekomma i ögonmusklerna men äro svåra att påvisa dels på grund av att de ej genom sitt utseende säkert skilja sig från de normala aktionspotentialerna och dels genom att ögonmusklerna ofta ej helt kunna avslappas. Man är därför hänvisad till att söka fibrillationer huvudsakligen i de fall voluntär aktivitet saknas. En åtminstone teoretisk möjlighet att lättare påvisa fibrillationer vore att söva patienterna varigenom den normala aktiviteten utsläckes.

Av det sagda framgår att åtminstone i de höggradiga fallen av ögonmuskelpares elektromyografien kan ge oss upplysningar som ej kunna fås med någon annan metod och som kan vara till ledning för fallens bedömande särskilt i prognostiskt hänseende.

Ej blott ögonmuskelpareser utan även ett flertal andra faktorer kunna orsaka en minskad rörlighet av ögonbulben. Exempel härpå äro ödem eller tumörer i orbita, förändringar av vävnaderna kring bulben som följd av trauma, bristande

utveckling av muskler eller abnorma insertioner av senorna. Ett flertal sådana fall ha undersökts (*D, F*). Ofta är frågeställningen den om det föreligger en perifer pares eller om en rent mekanisk faktor är orsaken till den inskränkta rörligheten. Undersökningarna ha visat att i fall av höggradig rörelseinskränkning elektromyografien kan vara av differentialdiagnostisk betydelse. Så t. ex. har i några fall påvisats en kraftig aktivitet i en muskel trots att bulbens rörlighet inom den misstänkta muskelns verksamhetsområde var obetydlig eller praktiskt taget obefintlig. Åtminstone en mera höggradig pares av den undersökta muskeln kunde i dessa fall således uteslutas.

Samarbetet mellan antagonistiska ögonmuskler.

Samarbetet mellan antagonistiska muskler har i århundraden tilldragit sig forskares intresse varvid ögonmusklerna spelat en betydande roll. I sitt verk »*De Homine*» skildrar Descartes (1662) hur »*Les esprits animaux*» från hjärnan rinner ned till den muskel som kontraheras och samtidigt bort från antagonisten som därigenom avslappas. Verksamheten hos m. rectus externus och internus framhålles som exempel på denna process.

I och med Sherringtons klassiska arbeten över den reciproka innervationen började en ny epok på detta område. (Se Sherrington, 1939.) Med reciprok innervation avsåg Sherrington ett samspel mellan antagonistiska muskler så beskaffat att när den ena muskeln kontraheras dess antagonist slappas. Det väsentliga är att en ökning eller minskning av kontraktionen ej samtidigt sker i agonist och antagonist. (Se Adler, 1953.) Sherringtons djurexperimentella studier över rörelseapparaten gällde även ögonmusklerna i vars verksamhet han kunde demonstrera vackra exempel på reciprok innervation. Sherringtons resultat kan givetvis endast med stor urskilning tillämpas på voluntära rörelser hos människa. Vad gäller extremiteternas rörelser ha t. ex. Levin och Kabat (1952) med elektromyografiska undersökningar visat att en samtidig ökning av kontraktionen i agonist och antagonist, »*co-contraction*», är en vanlig företeelse hos människa. Denna iakttagelse anses ej förenlig med Sherringtons teorier. Av nu nämnda och andra liknande undersökningar (t. ex. Sperry, 1939) framgår att vid böjning och sträckning i extremiteternas leder antagonisterna under stora delar av rörelsen kunna vara helt avslappade.

Vid sina undersökningar över ögonrörelserna iakttog Sherrington vilka förändringar som inträdde i ögonens rörlighet hos apa efter intrakraniell avskärning av ögonmuskelnerv. Han iakttog därvid att ögat kunde utföra vissa rörelser trots total förlamning av de muskler som genom sin kontraktion annars orsakade dessa rörelser och drog därav den slutsatsen att rörelserna skedde genom avslappning av de intakta antagonisterna. Endast en ringa del av experimenten gällde voluntära rörelser. Sherringtons iakttagelser ha visat sig värdefulla för förståelsen av ögonens motorik och hans teorier ha funnit vidsträckt tillämpning. Nämnda experiment ha dock kritiserats av Tilney och Pike (1925) som anse att man ej därav kan draga några slutsatser angående en reciprok innervation i ögonmusklerna på grund av de synnerligen ofysiologiska försöksbetingelserna. De ha även påpekat att Sherringtons iakttagelser över ögonrörelserna hos försöksdjuren ej överensstämma

med erfarenheten från utbredda ögonmuskelpareser hos människa. På sådana fall har dock Adler (1929, 1930) gjort iakttagelser visande god överensstämmelse med Sherringtons djurförsök.

I senare djurexperimentella undersökningar över ögonmusklernas samverkan ha genom teknikens framsteg registreringsmöjligheterna alltmer förbättrats. Försöksbetingelserna ha i övrigt varit likartade. Som regel har bulben borttagits och musklernas fria ända framdragits och belastats. Rörelseimpulserna ha framkallats genom vestibulär retning och själva muskelkontraktionen eller den elektriska aktiviteten i muskeln har registrerats. Försöken ha således skett under mycket ofysiologiska förhållanden. Flera av dessa undersökningar (t. ex. de Kleyn, 1922; Dusser de Barenne och de Kleyn, 1931; McCouch och Adler, 1932; Pulfrich, 1952) visa förekomsten av en reciprok innervation i ögonmusklerna hos försöksdjuren.

Föreliggande elektromyografiska undersökning har fördelen av att vara utförd på människa, varigenom voluntära rörelser kunnat undersökas, samt att ha kunnat ske under intakta anatomiska förhållanden. I det föregående har skildrats hur aktiviteten i antagonistiska muskelpar ter sig i elektromyogrammet vid fixation i olika riktningar och under såväl långsamma som hastiga rörelser. Man kan i kurvorna klart följa samspelet som är olika beroende på rörelsens art och praktiskt taget alltid visar bilden av en reciprok innervation (*C*, *F*).

I en serie undersökningar (*E*) har elektromyogrammet registrerats från m. rectus internus vid total abducensparens och i ett fall från m. rectus externus vid nästan total oculomotoriusparens. Således förhållanden likartade dem i Sherringtons djurförsök. Med det ej paretiska ögat fixerade patienterna i olika riktningar i horisontalplanet eller utförde följdörelser mellan ytterlägena. Elektromyogrammet som i fallen av abducensparens registrerades från den förlamade sidans friska m. rectus internus visade i sina huvuddrag den bild vi kunnat vänta oss om ögat hade varit fritt rörligt och detta således trots den totala förlamningen av m. rectus externus och den därav följande betydande inskränkningen av rörelsen. Motsvarande förhållanden iakttogos i fallet med oculomotoriusparens. Även när ögon med annars normal rörlighet fasthöllos med tygelsutur visade elektromyogrammet i huvudsak samma mönster som om ögat fritt kunde deltaga i de rörelser som det fixerande ögat utförde.

Den avsedda ställningen eller rörelsen som i dessa fall kan avläsas av det ledande ögats förhållande är således av dessa försök att döma bestämmande för aktivitetsförhållandena i det andra ögats muskler oberoende av detta ögas ställning och möjligheter att utföra rörelserna.

Ögonspringans öppnande och slutande under normala förhållanden och vid pareser av olika slag erbjuder flera problem såväl av teoretisk som praktisk klinisk art. I detta arbete har endast några få frågor berörts. Vid registrering från m. orbicularis oculi och m. levator palpebrae i normalfall (*C*) ses vid olika typer av blinkning och vid knipning en reciprok innervation i det att en hastigt uppblossande kraftig aktivitet i m. orbicularis motsvaras av en i allmänhet total hämning i m. levator. Motsvarande registrering har gjorts i en serie fall med total förlamning av m. orbicularis oculi (*E*). Aktiviteten i m. levator föreföll ej påtagligt påverkas av att m. orbicularis var förlamad. Sålunda sågs de karakteristiska hämningarna av

aktiviteten i m. levator vid korta knipningar trots att den muskel som normalt är agonist vid denna rörelse helt var satt ut funktion. Däremot kunde från den friska sidans m. orbicularis registreras episoder av kraftig aktivitet motsvarande de nämnda hämningarna.

Att m. levator kan slappas trots förflamning av nervus facialis står i överensstämmelse med Sherringtons antagande vid studier av övre ögonlockets rörelser vid blinkning efter avskärning av denna nerv hos apa. Samma antagande gör Gowers (1879) med stöd av sina iakttagelser att övre ögonlocket sänkes när en person med facialis pares söker sluta ögonspringan.

Det i ögonmuskelmotoriken så vanliga elektromyografiska mönstret med en period av mycket hastigt insättande kraftig aktivitet i agonisten samtidigt med en som regel total hämning av aktiviteten i antagonisten visar en mycket skarp gräns mellan de olika episoderna i kurvan. Särskilt tydligt har detta kunnat visas vid registrering av hastiga voluntära rörelser och vid optikokinetisk nystagmus (*C, F*). Man frapperas även av hur exakt episoder av aktivitetsökning resp. hämning motsvara varandra i agonist och antagonist. Liknande iakttagelser ha gjorts av Pulfrich (1952) vid elektromyografisk registrering från ögonmusklerna på kanin vid nystagmus framkallad genom vestibulär retning.

I diskussionen om samarbetet mellan antagonistiska muskler framstår frågan om den proprioceptiva mekanismen som en faktor man ej kan bortse ifrån. Längre har man ansett en sådan mekanism saknas i ögonmuskelfunktionen eller vara av annan art än vad gäller extremiteternas rörelseapparat. Sedan muskelspolar påvisats i ögonmusklerna hos människa (Cooper och Daniel, 1949) och afferenta impulser vid djurförsök kunnat påvisas vid passiv sträckning av ögonmuskler både vid avledning från ögonmuskelnerv och från hjärnstammen (Cooper, Daniel och Whitteridge, 1951, 1953 a, b) kan ej något tvivel råda om existensen av en proprioception. Hur denna är verksam är ännu ofullständigt utrett men förvisso finnes ett stort område för en sådan mekanism att verka inom ögonmuskelspelets fina regulation.

*

Författaren till denna avhandling har haft den stora förmånen att få arbeta i en omgivning av sjudande vetenskaplig verksamhet och kamratligt samarbete, vilket gjort ett stimulerande arbete än angenämare. Professor Eric Kugelberg, min lärare i elektromyografi och min medarbetare i en del av detta arbete, har genom sitt eget exempel i hög grad bidragit till att skapa denna miljö. Jag tackar honom för att jag fått arbeta under hans personliga ledning.

Det goda samarbetet med ögonkliniken vid Karolinska sjukhuset har varit ovärderligt för mig. Professor Gösta Karpe, ögonklinikens chef, tackar jag för att han generöst ställt klinikens resurser till mitt förfogande och för att han med intresse följt mitt arbete.

Docent Arne Huggert vid ögonavdelningen på Sabbatsbergs sjukhus tackar jag för goda råd och stimulerande diskussioner.

Sist men icke minst vill jag tacka mina kolleger på Serafimerlasarettet och vid ögonkliniken vid Karolinska sjukhuset och särskilt har jag dem i åtanke som med uppoftande av egen dyrbar tid bidragit till att jag avlastats en del av mitt dagliga rutinarbete.

Litteraturförteckning.

- Adler F. H. (1929) Arch. Ophthal. (Chicago), n. s. 2, 378.
 — (1930) Ibid., 3, 318.
 — (1953) Physiology of the Eye. Sid. 341—344. Mosby comp., St Louis.
 Adrian E D. och Bronk D. W. (1929) J. Physiol. (Lond.), 67, 119.
 Bielschowsky A. (1936) I Handbuch der Neurologie. Utgiven av Bumke och Foerster.
 IV: 203—212. Julius Springer, Berlin.
 Björk Å. (1950) Acta Ophthal., 28, 229.
 Bors E. (1925/26) Anat. Anzeiger, 60, 415.
 Buchthal F. och Clemmesen S. (1941) Acta Psychiat. Kbh., 16, 143.
 — och Pinelli P. (1952) Acta med. scand. 142 (Suppl. 266), 315.
 Cogan D. G. (1948) Neurology of the Ocular Muscles. Thomas, Springfield, Ill.
 Cooper S. och Daniel P. M. (1949) Brain, 72, 1.
 —, — och Whitteridge D. (1951) J. Physiol. (Lond.), 113, 463.
 —, —, — (1953 a) Ibid., 120, 471.
 —, —, — (1953 b) Ibid., 120, 491.
 Cuthbert N. L. och Denslow J. S. (1945) Proc. Soc. Exper. Biol. Med., 58, 191.
 Descartes R. (1662) Citerad av Duke-Elder (1942) i Textbook of Ophthalmology I: 576—
 577. H. Kimpton, London.
 Ditchburn R. W. och Ginsborg B. L. (1953) J. Physiol. (Lond.), 119, 1.
 Dodge R. (1903) Amer. J. Physiol., 8, 307.
 — och Cline T. S. (1901) Psychol. Rev., 8, 145.
 Dusser de Barenne J. G. och de Kleyn A. (1931) Acta otolaryng., Stockh., 16, 97.
 Erdmann B. och Dodge R. (1898) Psychologische Untersuchungen über das Lesen auf
 experimenteller Grundlage. Max Niemeyer, Halle.
 Feinstein B., Lindegård B., Nyman E. och Wohlfart G. (1954) Acta Psychiat. Kbh.,
 29, 189.
 —, —, —, — (1955) Acta anat., 23, 127.
 Fink W. H. (1950) The Anatomy of the Extrinsic Muscles of the Eye. I Strabismus
 Ophthalmic Symposium. Utgiven av Allen. Mosby comp. St Louis.
 — (1951) Surgery of the Oblique Muscles of the Eye. Mosby comp. St Louis.
 Gilson A. S. och Mills W. B. (1941) Amer. J. Physiol., 133, 658.
 Ginsborg B. L. (1953) Brit. J. Ophthal., 37, 746.
 Gordon G. (1951) Brit. J. Ophthal., 35, 339.
 Gowers W. R. (1879) Med.-chir. Trans., 62, 429.
 Hoffman A. C., Wellman B. och Carmichael L. (1939) J. exp. Psychol., 24, 40.
 Jasper H. H. (1946) Trans. Roy. Soc., Canada (sect. V), 40, 81.
 de Kleyn A. (1922) v. Graefes Arch. Ophthal., 107, 480.
 Kugelberg E. (1947) J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 10, 122.
 — (1949) Ibid., 12, 129.
 Landau W. M. (1951) Electroenceph. clin. Neurophysiol., 3, 131.
 Levin M. G. och Kabat H. (1952) Science, 116, 115.

- McCouch G. P. och Adler F. H. (1932) Amer. J. Physiol., 100, 78.
Meyers I. L. (1929) Arch. Neurol. Psychiat. (Chicago), 21, 901.
Mowrer O. H., Ruch T. C. och Miller N. E. (1936) Amer. J. Physiol., 114, 423.
Petersén I. och Kugelberg E. (1949) J. Neurol. Neurosurg. Psychiat., 12, 124.
Ploman K. G., Engel A. och Knutsson F. (1927) Acta Ophthal., 6, 55.
Pulfrich K. (1952) v. Graefes Arch. Ophthal., 152, 731.
Reid G. (1949) J. Physiol. (Lond.), 110, 217.
Schott E. (1922) Dtsch. Arch. Klin. Med., 140, 79.
Sherrington Ch. S. (1939) I Selected Writings of Sir Charles Sherrington. Utgivna av
Denny-Brown, Hamish Hamilton, London.
Sperry, R. W. (1939) J. Gen. Psychol., 20, 295.
Tilney F. och Pike F. H. (1925) Arch. Neurol. Psychiat. (Chicago), 13, 289.
Wedell G., Feinstein B. och Pattle R. E. (1944) Brain, 67, 178.
Westheimer G. (1954) Arch. Ophthal. (Chicago), 52, 710.
Wohlfart G., Feinstein B. och Fex J. (1954) Arch. f. Psychiat., 191, 478.
-

